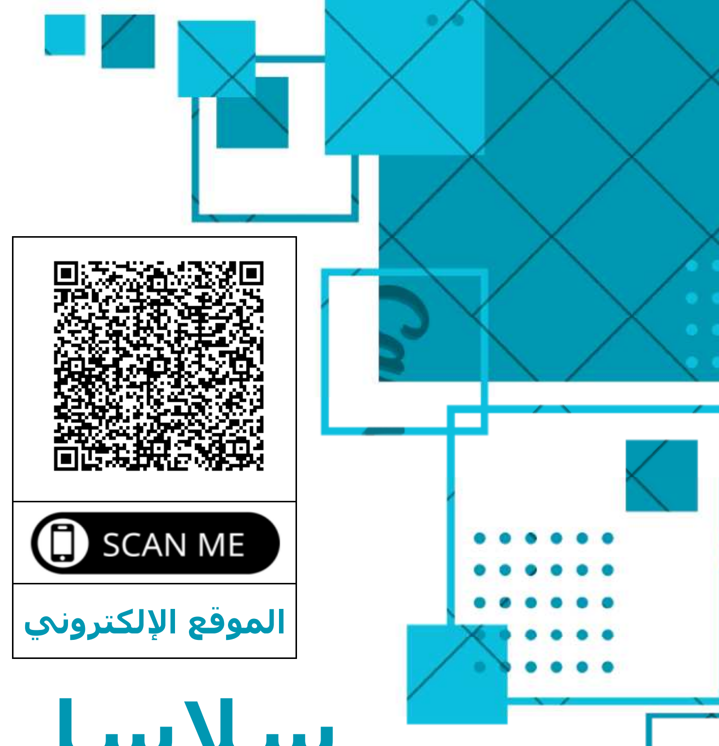
الأستاذ فرقاني فارس



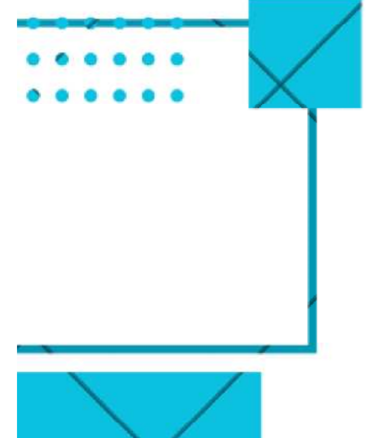

الشعب العلمية و الرياضية

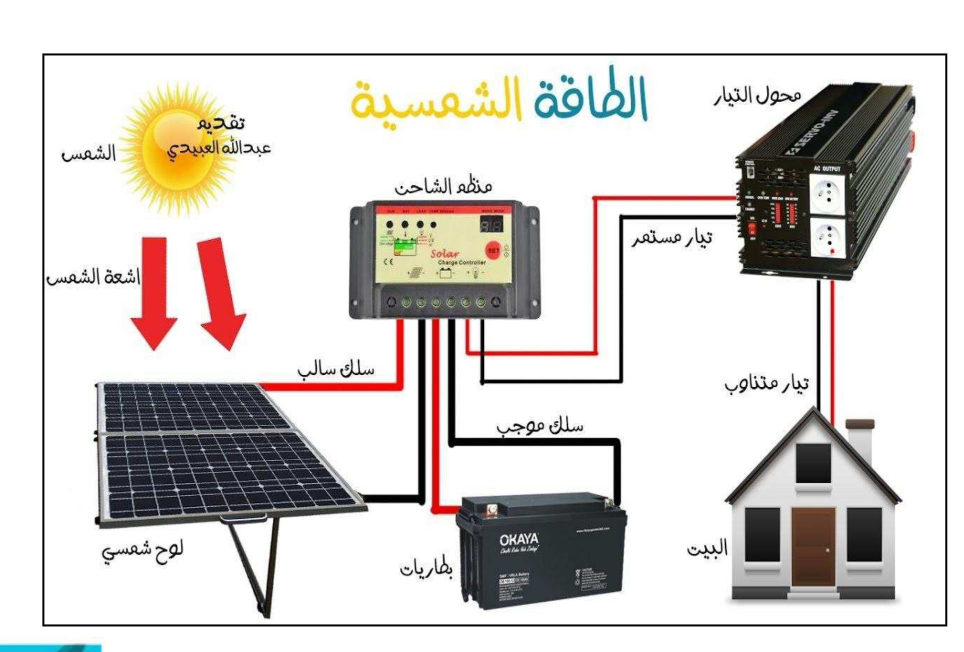
# سلاسل المنجد في

# العلوم الفيزيائية

## السلسلة: 2-01-1

## المقاربة الكيفية لطاقة جملة وانحفاظها






**الإصدار : نوفمبر 2023**



facebook.com/faresfergani25
www.sites.google.com/site/faresfergani

# العلوم الفيزيائية

2AS-U01 الوحدة التعليمية — ثانية ثانوي – الشعب العلمية و الرياضية

# مقاربة كيفية لطاقة جملة و انحفاظها

المحتوى : عرض نظري و تمارين — إعداد الأستاذ : فرقاني فارس

## أشكال الطاقة و أنماط التحويل

**أ- مفهوم الجملة الميكانيكية :**

- الجملة الميكانيكية هو الجسم أو جزء من الجسم أو مجموعة الأجسام التي تكون محل الدراسة الفيزيائية.
- يمكن تغيير حدود الجملة حسب ما تقتضيه الدراسة الفيزيائية.

**ب- أشكال الطاقة:**

- لطاقة ثلاث أشكال (لا رابع لهما): طاقة حركية $E_C$، طاقة كامنة $E_P$، طاقة داخلية $E_i$.

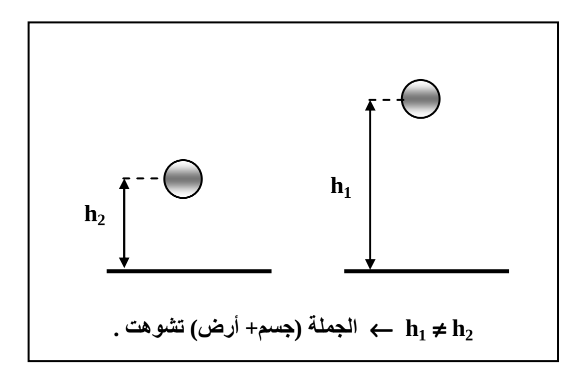
**• الطاقة الحركية :**

- تمتلك جملة ميكانيكية طاقة حركية إذا كانت في حالة حركة بسرعة معينة في مرجع معين.

**• الطاقة الكامنة :**

- نقول عن جملة ميكانيكية أنها تمتلك طاقة كامنة إذا كانت مرنة في حالة تشوه، والجملة تتشوه عندما تتغير الأبعاد بين مختلف أجزائها عندما تتكون من عدة أجزاء.
- الجملة المرنة هي جملة قابلة للتشوه وتعود إلى وضعها الأصلي عند إزالة سبب التشوه (التأثير الخارجي).
- عكس الجملة المرنة، الجملة اللينة وهي الجملة التي لا تعود إلى وضعها الأصلي عند إزالة سبب التشوه (مثل العجين).
- أهم الجمل الميكانيكية القابلة للتشوه نذكر الجمل التالية:

**الجملة (جسم + أرض ) :**

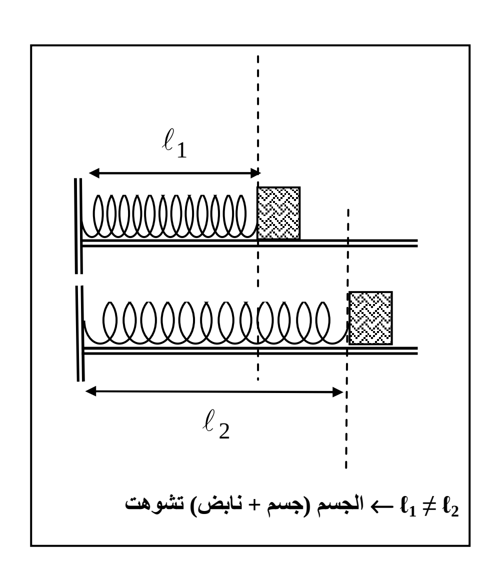


$h_1 \neq h_2$ ← الجملة (جسم +أرض) تشوهت .

- عندما تستقر الجملة (جسم + أرض) يكون الجسم على سطح الأرض، وعندما نبعد الجسم عن سطح الأرض يتغير البعد بين الجسم و الأرض فنقول أن الجملة (جسم + أرض) أنها تشوهت، عندما نترك الجسم حرا لحالة نلاحظ أن الجسم يعود

إلى وضعه الأصلي على سطح الأرض فنقول عن الجملة (جسم + أرض) أنها مرنة، إذن الجملة (جسم + أرض) هي جملة مرنة و قابلة للتشوه وعليه يمكنها تخزين طاقة كامنة تدعى الطاقة **الكامنة الثقالية** يرمز لها بـ $E_{PP}$ .

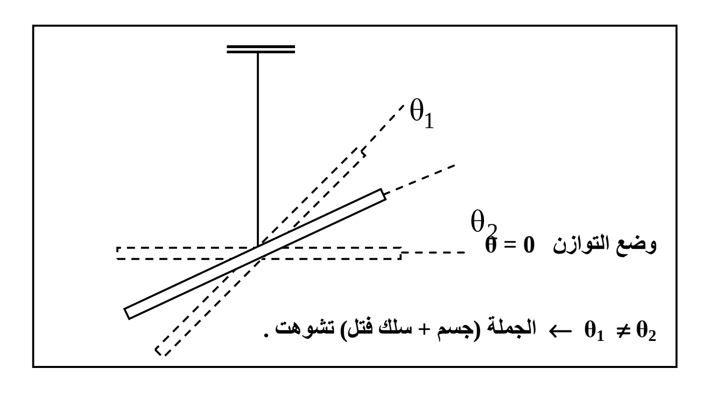
**الجملة (جسم + نابض)**




▪ تتشوه الجملة (جسم + نابض) عندما يتغير طول النابض (استطالة أو انضغاط ).

▪ عندما تتشوه الجملة (جسم + نابض) تخزن طاقة تدعى الطاقة **الكامنة المرونية** يرمز لها بـ $E_{Pe}$ .

**الجملة (جسم + سلك فتل ) (خاص فقط بالشعب الرياضية)**




– تتشوه الجملة (جسم + سلك فتل) عندما يفتل السلك بزاوية معينة $\theta$.

– عندما تتشوه الجملة (جسم + سلك فتل) تخزن طاقة تدعى الطاقة **الكامنة الفتلية** يرمز لها بـ $E_{Pc}$ .

**الطاقة الداخلية :**

– كل جملة ميكانيكية تمتلك طاقة داخلية نتيجة حركة الإلكترونات في الذرة (طاقة حركة مجهرية) والتجاذب بين النواة والإلكترونات (طاقة كامنة مجهرية)، وتتغير هذه الطاقة الداخلية في الحالات التالية:

▪ إذا حدث تغير في درجة حرارة هذه الجملة.

▪ إذا تغيرت الحالة الفيزيائية للجملة (غليان ، انصهار ، تبخر .. ).

▪ إذا حدث تغير في بنية مادة هذه الجملة على المستوي المجهري (كحدوث تفاعل كيميائي).

– إذا قدمنا طاقة لجملة ما ولاحظنا عدم وجود أي تأثير على الحالة الحركية للجملة ولم يحدث لها أي تشوه إذا كانت الجملة مرنة، نقول أن الجملة أنها خزنت طاقة داخلية.

– عندما تزداد درجة حرارة جملة تزداد الطاقة الداخلية لهذه الجملة والعكس صحيح.

**ملاحظة :**

– تزداد الطاقة الحركية لجملة ميكانيكية عندما تزداد سرعتها وذلك عندما تكون كتلة الجملة ثابتة أثناء حركة الجملة (سنتطرق إلى ذلك بالتفصيل في الوحدة المقبلة إن شاء الله).

– تزداد الطاقة الكامنة كلما ازداد مقدار التشوه، فالطاقة الكامنة الثقالية للجملة (جسم + أرض) تزداد كلما ازداد ارتفاع الجسم عن سطح الأرض، وتزداد الطاقة الكامنة المرونية للجملة (جسم + نابض) كلما ازداد مقدار تمدد أو انضغاط النابض.

**جـ– أنماط التحويل :**

– تتحول الطاقة من شكل إلى آخر (كتحولها من الحركية إلى الكامنة أو العكس) عبر سبيل معين ندعوه **نمط التحويل،** وأنماط التحويل أربع (لا خامس لها): تحويل ميكانيكي $W_m$، تحويل كهربائي $W_e$، تحويل حراري $Q$، تحويل اشعاعي $E_r$ .

– يحدث التحويل الميكانيكي $W_m$ بواسطة قوة عندما تنتقل نقطة تطبيقها من موضع إلى آخر، فمثلا قوة الثقل عند سقوط الأجسام في الهواء سبب في تحول الطاقة الكامنة الثقالية إلى طاقة حركية وفق نمط تحويل ميكانيكي $W_m$.

– يحدث التحويل الكهربائي $W_e$ عندما يعبر تيار كهربائي دارة كهربائية.

– يحدث التحويل الحراري $Q$ عندما تتلامس أجسام ليس لها نفس درجة الحرارة.

– يحدث التحويل الإشعاعي $E_r$ عندما يرسل أو يستقبل جسم (مثل الشمس أو مصباح كهربائيا) إشعاعا كهرومغناطيسيا (الضوء المرئي أو غير المرئي).

**ملاحظة :**

التحويل الطاقوي هو مقدار جبري يكون موجب عندما تكتسب الجملة طاقة من الوسط الخارجي بينما يكون سالبا عندما تقدم الجملة طاقة إلى الوسط الخارجي.

# استطاعة التحويل

**د– استطاعة التحويل :**

**استطاعة التحويل** التي يرمز لها بـ $P$ ووحدتها الواط $(W)$ هي الطاقة المحولة خلال وحدة الزمن الثانية $(s)$ وبالتالي هي حاصل قسمة مقدار التحويل الطاقوي (بالقيمة المطلقة) على زمن التحويل $\Delta t$ وفي حالة تحويل طاقوي ميكانيكي $W_m$ مثلا تكتب عبارة استطاعة التحويل كما يلي:

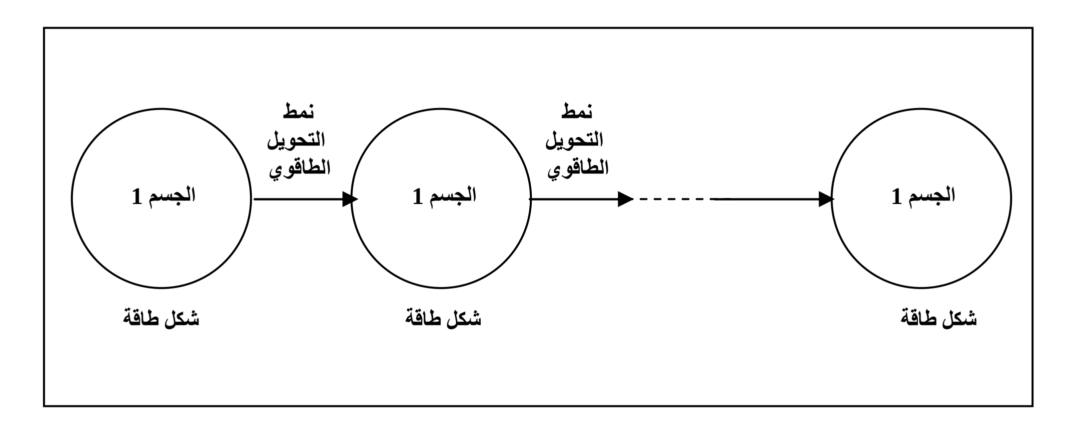
$$P = \frac{|W_m|}{\Delta t}$$

– وضعت القيمة المطلقة لأن الإستطاعة مقدار موجب في حين أن مقدار التحويل الطاقوي جبري قد يكون موجبا أو سالبا.

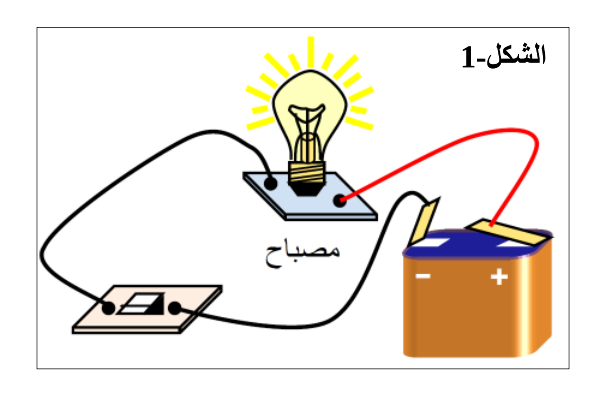
## هـ – السلسلة الطاقوية :

– يعتمد إنشاء السلسلة الطاقوية على ما يلي:

- نمثل الأجسام المكونة للتركيب المدروس على التسلسل داخل حلقات بداخلها إسم الجسم ونربط بينهما بسهم موجه من الجسم الأول نحو الجسم الثاني.
- نرفق كل جسم بشكل الطاقة التي يخزنها (حركية $E_C$ ، كامنة $E_P$، داخلية $E_i$).
- نرفق كل سهم يربط جسمين بنمط التحويل الطاقوي الذي يقدمه الجسم إلى الجسم الذي يليه ( ميكانيكي $W_m$، كهربائي $W_e$، حراري $Q$، إشعاعي $E_r$).




## التمرين (1) : ( الحل المفصل – التمرين : 001 في بنك التمارين) (**)

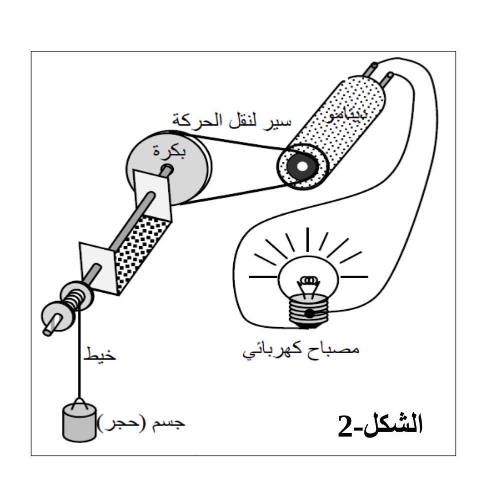


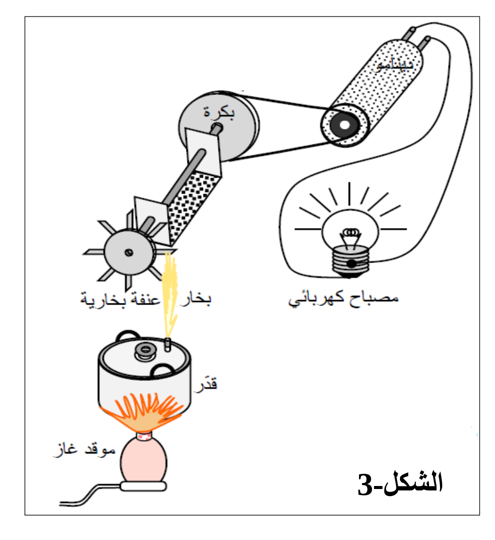

1- يمثل (الشكل-1) التالي، التركيب الخاص باشتعال مصباح بواسطة عمود.

– عند غلق القاطعة يتفرغ العمود الكهربائي فيغذي المصباح الكهربائي وبعد مدة زمنية ترتفع درجة حرارة المصباح بعد أن يتوهج، فيسخن المحيط المجاور له، مثل السلسلة الطاقوية لهذا التركيب.



2- لدينا التركيبين التاليين:



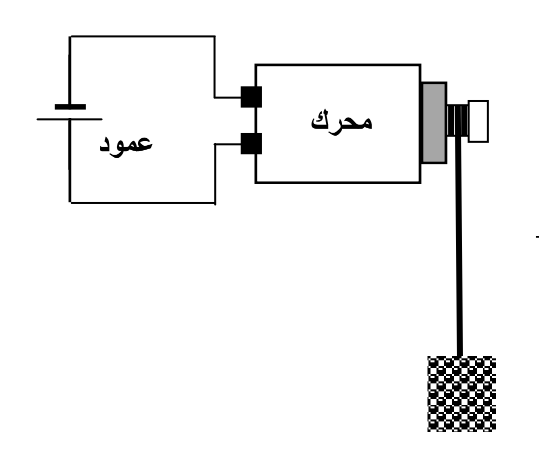



أ- اشتعال مصباح بواسطة حجر (الشكل-2).

ب- اشتعال مصباح بواسطة موقد غاز (الشكل-3).

- مثل السلسلة الطاقوية لكل تركيب.

**التمرين (2) :** ( الحل المفصل - التمرين : 010 في بنك التمارين) (**)




لرفع جسم $(S)$ بواسطة محرك، نشكل التركيب التالي المتكون من عمود كهربائي، جسم، أسلاك توصيل:

1- مثل السلسلة الطاقوية الموافقة.

2- رُفع الجسم من على سطح الأرض إلى ارتفاع معين. باعتبار الجملة (جسم + أرض) والطاقة الكامنة الثقالية معدومة على سطح الأرض.

أ- ما هي أشكال الطاقة المخزنة في الجملة أثناء صعود الجسم $(S)$؟

ب- ما هو نمط التحويل الحادث أثناء صعود الجسم.

# نموذج الطاقة و انحفاظها

## أ- مبدأ انحفاظ الطاقة :

**" الطاقة لا تستحدث ولا تزول، وإذا اكتسبت جملة ما طاقة أو فقدتها، فإن هذه الطاقة تكون بالضرورة قد أخذتها من جملة أخرى أو قدمتها لها"**

## ب- معادلة انحفاظ الطاقة :

- عندما تنتقل جملة معينة طاقتها $E_1$ من الحالة $(1)$ عند اللحظة $t_1$ إلى الحالة $(2)$ عند اللحظة $t_2$ أين تكون طاقتها $E_2$ حيث $E_1 \neq E_2$ نتيجة تحولات طاقوية ( $E_{\text{مكتسبة}}$ ، $E_{\text{مقدمة}}$ ) حدثت بين الجملة والوسط الخارجي، تكون العلاقة بين مختلف هذه الطاقات وفق المعادلة التالية والتي تسمى معادلة انحفاظ الطاقة:

$$E_1 + E_{\text{مكتسبة}} - E_{\text{مقدمة}} = E_2$$

- الطاقة المكتسبة هي الطاقة التي تكتسبها الجملة من الوسط الخارجي.

- الطاقة المقدمة هي الطاقة التي تقدمها الجملة إلى الوسط الخارجي.

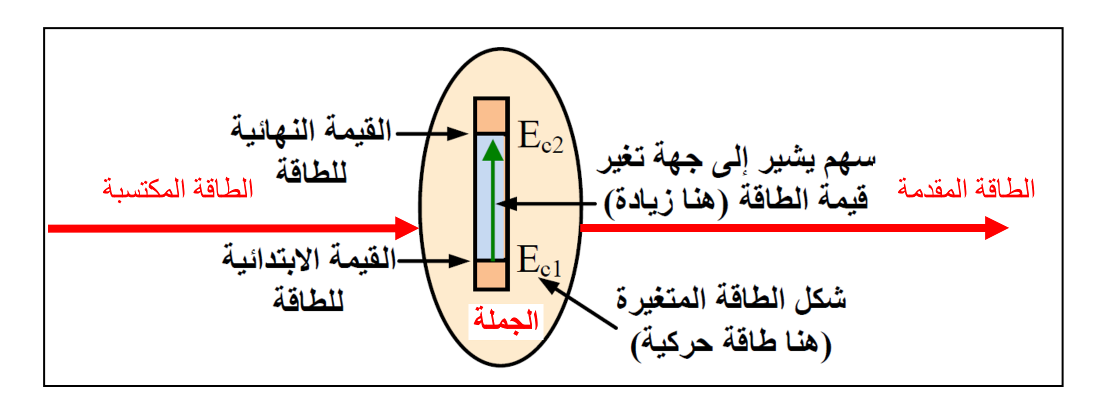
**ملاحظة :**

- إذا كانت الجملة لا تتبادل الطاقة مع الوسط الخارجي أي لا تكتسب ولا تقدم طاقة، يقال عنها **جملة معزولة طاقويا،** وتكون طاقة الجملة عندئذ ثابتة.

- إذا كانت طاقة الجملة ثابتة ليس بالضرورة تكون معزولة، فقد تكتسب وتقدم طاقة بقيمتين متساويتين ليكون عندئذ مقدار التحويل الطاقوي الكلي معدوم.

**جـ – مخطط الحصيلة الطاقوية :**

– يعتمد تمثيل مخطط الحصيلة الطاقوية على ما يلي:




**حيث :**

– نمثل رمزيا الجسم أو الجملة بفقاعة.

– نمثل أشكال الطاقة في الجملة والتي تتغير من الحالة (1) إلى الحالة (2) بعمود يوافق كل شكل من أشكال الطاقة مرسوم داخل الفقاعة ومملوء جزئيا، كما يرفق كل عمود بسهم يشير إلى جهة تغير الطاقة المخزنة في الجملة.

– لا يمثل عمود في الحالات التالية:

- الطاقة معدومة (غير موجودة) مثل الطاقة الكامنة بالنسبة للجملة (جسم ).
- الطاقة ثابتة أثناء الانتقال من الحالة–1 إلى الحالة–2، مثل الطاقة الحركية الثابتة عندما تكون حركة الجملة مستقيمة منتظمة.
- قيمة الطاقة في الحالة–1 مساوية لقيمة الطاقة في الحالة–2، حتى لو تغيرت أثناء الانتقال من الحالة–1 إلى الحالة–2.

**د – التحويل الحراري و التوازن الحراري:**

**● التفسير المجهري لدرجة الحرارة:**

– درجة الحرارة هي عامل يدخل في تغيير سرعة الدقائق المجهرية المكونة للجملة، فكلما ارتفعت درجة حرارة جملة ازدادت سرعة الدقائق المجهرية المكونة لها، مما يؤدي إلى ازدياد طاقتها الحركية المجهرية وبالتالي ازدياد طاقتها الداخلية.

**● التفسير المجهري للمركبة الحرارية للطاقة الداخلية:**

– المركبة الحرارية للطاقة الداخلية لجملة هي الطاقة المخزنة فيها على المستوى المجهري، في شكل حركي أو كامن نتيجة درجة حرارتها يرمز لها بـ $E_{th}$ .

**● التحويل الحراري و التوازن الحراري:**

– يحدث تحويل حراري بين جملتين إذا كانت هاتان الجملتان متلامستان وتحت درجتين مختلفتين من الحرارة.

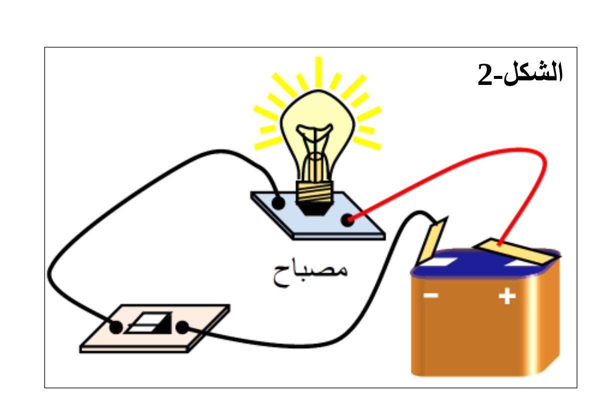
– التحويل الحراري يتم عفويا من الجسم الذي درجة حرارته مرتفعة نحو الجسم الذي درجة حرارته منخفضة وعندما تصبح للجملتين نفس درجة الحرارة يتوقف التحويل الحراري ونقول عندئذ أنه حدث **توازن حراري**.

– عندما تتلامس جملتين مختلفتين في درجة الحرارة، فعلى المستوى المجهري تقدم الأفراد الكيميائية للجملة الساخنة جزء من طاقتها الحركية لتحولها إلى طاقة حركية لأفراد الجملة الكيميائية الباردة، ما يؤدي إلى نقصان في الطاقة الحركية المجهرية للجملة الساخنة وارتفاع في الطاقة الحركية المجهرية للجملة الباردة.

**التمرين (3) :** ( الحل المفصل – التمرين : 002 في بنك التمارين) (**)

1– طفل في ساحة المدرسة يقذف كرة برجله نحو الأعلى (الشكل–1).




– مثل مخطط الحصيلة الطاقوية للجملة (كرة) ثم أكتب معادلة انحفاظ الطاقة، في الحالتين:

أ– صعود الكرة بين لحظة قذفها ولحظة بلوغها أقصى ارتفاع أين تنعدم سرعتها.

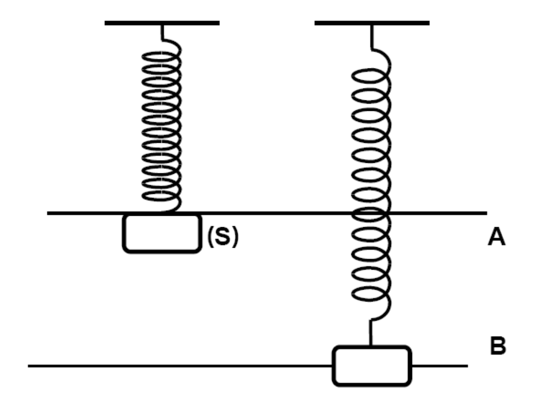
ب– نزول الكرة بين لحظة بلوغها أقصى ارتفاع أين تنعدم سرعتها ولحظة بلوغها سطح الأرض.

2– يغذي عمود كهربائي مصباح ذو سلك متوهج (الشكل–2).

– مثل مخطط الحصيلة الطاقوية للجملة (عمود كهربائي) أثناء التفريغ واكتب معادلة انحفاظ الطاقة.

**التمرين (4) :** ( الحل المفصل – التمرين : 004 في بنك التمارين) (**)

نعلق جسم $(S)$ في إحدى نهايتي نابض نهايته الأخرى مثبتة بسقف ثم نتركه يسقط دون سرعة ابتدائية من الموضع $(A)$ إلى الموضع $(B)$، أثناء ذلك يستطيل النابض ويتوقف الجسم $(S)$ عند الموضع $(B)$ (الشكل).



1- ضع العلامة (×) على شكل الطاقة الذي يمكنه أن تخزنه الجمل المدونة في الجدول التالي:

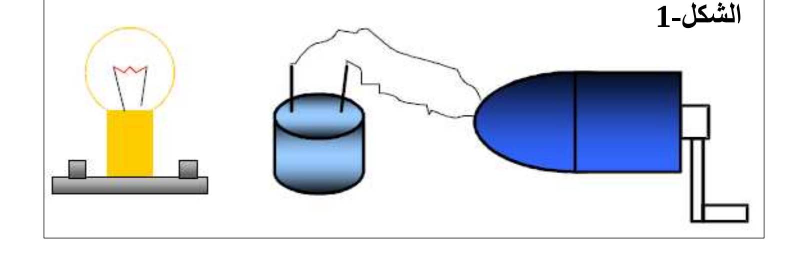
| الجملة الميكانيكية | طاقة حركية $E_C$ | طاقة كامنة ثقالية $E_{pp}$ | طاقة كامنة مرونية $E_{pe}$ | طاقة داخلية $E_i$ |
|---|---|---|---|---|
| (جسم $S$ + نابض + أرض) | | | | |
| (جسم $S$ + نابض) | | | | |
| (جسم $S$ + أرض) | | | | |
| (جسم $S$) | | | | |

2- ما هو نمط التحويل الطاقوي عندما ينتقل الجسم $(S)$ من الموضع $A$ إلى الموضع $B$؟

3- مثل مخطط الحصيلة الطاقوية للجملتين التاليتين واكتب معادلة انحفاظ الطاقة أثناء الانتقال من الموضع $A$ إلى الموضع $B$.

- الجملة (جسم $S$ + نابض + أرض) والتي نعتبرها معزولة طاقويا.
- (جسم $S$ + نابض).

**التمرين (5) :** ( الحل المفصل – التمرين : 003 في بنك التمارين) (**)




1- نفتل سلك من الحديد بين أصابع اليد حتى ينقطع، نلاحظ أثناء ذلك ارتفاع درجة حرارة السلك.

- مثل مخطط الحصيلة الطاقوية للجملة (سلك) ثم أكتب معادلة انحفاظ الطاقة أثناء هذا التحويل.

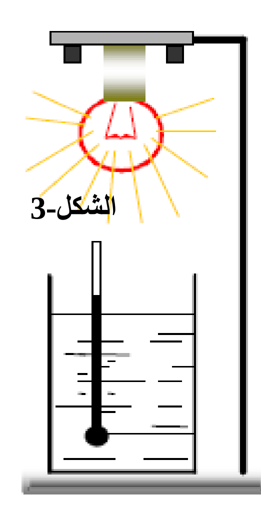
2- لدينا مولد كهربائي يدوي مربوط إلى مكثفة عن طريق سلكين كهربائيين(الشكل1)، نشحن المكثفة ثم نفصلها عن المولد مع تفادي استقصار الدارة وثم نقوم بتفريغها في مصباح كهربائي موصول على التسلسل معها (الشكل1).

أ- مثل مخطط الحصيلة الطاقوية للجملة (مكثفة) أثناء الشحن ثم أكتب معادلة انحفاظ الطاقة أثناء هذا التحويل.

ب- مثل مخطط الحصيلة الطاقوية للجملة (مكثفة) أثناء التفريغ ثم أكتب معادلة انحفاظ الطاقة أثناء هذا التحويل.




3- لدينا محلول بارد في أنبوب اختبار وكأس به ماء ساخن جدا، نضع الأنبوب داخل الكأس (الشكل2) وعن طريق محرارين نتابع تغير درجة الحرارة في الماء وفي المحلول. نلاحظ ارتفاع درجة حرارة المحلول الموجود في الأنبوب وانخفاض درجة حرارة الماء الساخن الموجود في الكأس.




أ- مثل مخطط الحصيلة الطاقوية للجملة (ماء ساخن) ثم أكتب معادلة انحفاظ الطاقة أثناء هذا التحويل .

ب- مثل مخطط الحصيلة الطاقوية للجملة (محلول بارد) ثم أكتب معادلة انحفاظ الطاقة أثناء هذا التحويل .

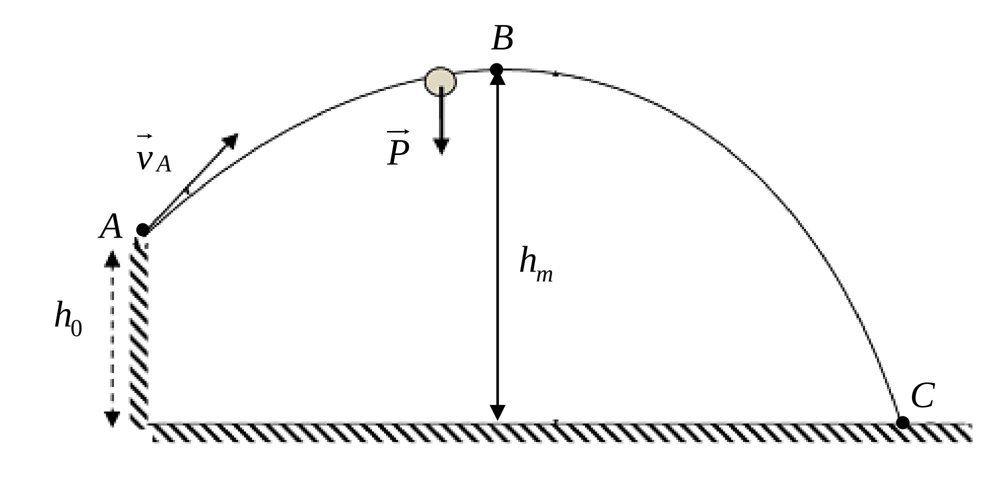
4- نعرض ماءً باردًا للشمس أو لمصباح ذو استطاعة تحويل كبيرة (الشكل3). نلاحظ ارتفاع درجة حرارة الماء المتواجد بالكأس .

- مثل مخطط الحصيلة الطاقوية للجملة (ماء) ثم أكتب معادلة انحفاظ الطاقة أثناء هذا التحويل.

## التمرين (6) : ( الحل المفصل – التمرين : 005 في بنك التمارين) (**)

نقذف كرة من النقطة $A$ تقع على ارتفاع $h_0$ من سطح الأرض بسرعة ابتدائية $v_A$، فترتفع إلى أن تصل لأقصى ارتفاع $h_m$ عند النقطة $B$، بعدها تنزل فتلاقي الأرض عند النقطة $C$ (الشكل).

نهمل كل القوى المعيقة الناتجة عن تأثير الهواء على الجسم ونعتبر الطاقة الكامنة الثقالية منعدمة على سطح الأرض.




1- عين في المواضع $A$، $B$، $C$ المبينة على الشكل، أشكال الطاقة في الحالتين:

- اعتبار الجملة (كرة).
- اعتبار الجملة (كرة + أرض).

2- مثل مخطط الحصيلة الطاقوية للجملة (كرة) واكتب معادلة انحفاظ الطاقة في الحالتين:

- الانتقال من $A$ إلى $B$.
- الانتقال من $B$ إلى $C$.

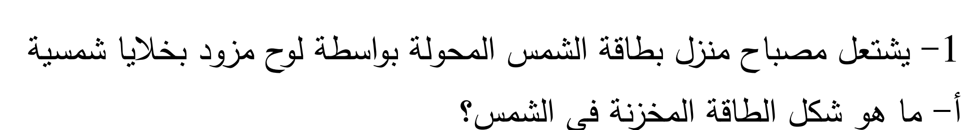
3- مثل مخطط الحصيلة الطاقوية للجملة (كرة+ أرض) التي نعتبرها معزولة واكتب معادلة انحفاظ الطاقة في الحالتين:

- الانتقال من $A$ إلى $B$.
- الانتقال من $B$ إلى $C$.

# تمارين متنوعة

**التمرين (7) :** (الكتاب المدرسي) ( الحل المفصل – التمرين : 006 في بنك التمارين) (**)





1- يشتعل مصباح منزل بطاقة الشمس المحولة بواسطة لوح مزود بخلايا شمسية

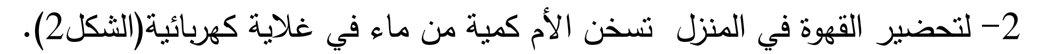
أ- ما هو شكل الطاقة المخزنة في الشمس؟

ب- ما هو نمط تحويل الطاقة من الشمس إلى الخلايا؟

ج- ما هو نمط أو أنماط تحويل الطاقة من المصباح إلى محيط الغرفة؟

د- مثل السلسلة الطاقوية لاشتعال مصباح بواسطة أشعة الشمس.


الشكل2

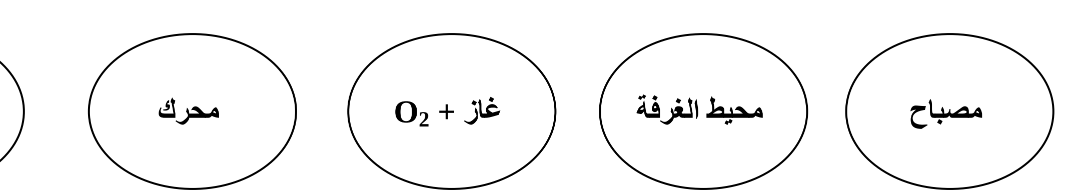

2- لتحضير القهوة في المنزل تسخن الأم كمية من ماء في غلاية كهربائية(الشكل2).

أ- ما هو شكل الطاقة الذي يمتلكه الماء في هذه الحالة؟ علل إجابتك.

ب- ما هو نمط تحويل الطاقة من المقاومة الكهربائية إلى الماء؟

جـ- مثل مخطط الحصيلة الطاقوية للجملة ماء أثناء عملية تحضير الشاي.

3- لدينا تركيب يتكون من العناصر التالية:

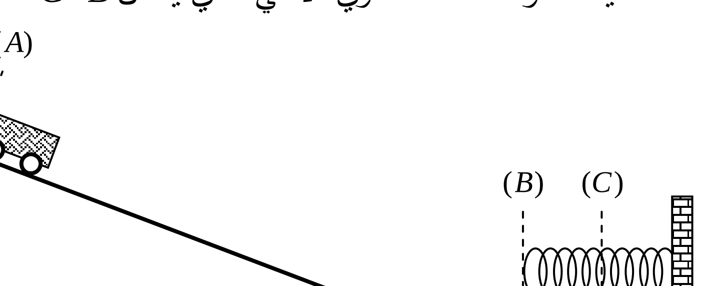



أ- مثل سلسلته الطاقوية بترتيب عناصره ترتيبا ملائما.

ب- في رأيك، ماذا يمثل هذا التركيب؟

**التمرين (8) :** (الكتاب المدرسي) (الحل المفصل – التمرين : 007 في بنك التمارين) (**)

في الموضع $A$ تترك دون سرعة ابتدائية عربة تنحدر على مستوي مائل وعند وصولها إلى الموضع $B$ تلتحم بنابض فتضغطه إلى أن تتوقف في الموضع $C$. نعتبر الطاقة الكامنة الثقالية معدومة عند المستوي الأفقي الذي يشمل $B$، $C$.




1- عين في المواضع المبينة على الشكل، أشكال الطاقة عند اعتبار الجمل التالية:

- (عربة).
- (عربة + نابض).
- (عربة + أرض + نابض).

2– مثل مخطط الحصيلة الطاقوية واكتب معادلة انحفاظ الطاقة أثناء الانتقال من الموضع $(A)$ إلى الموضع $(B)$ لكل من:

- الجملة (عربة).
- الجملة (عربة + أرض) باعتبارها معزولة طاقويا.

## التمرين (9) : ( الحل المفصل – التمرين : 016 في بنك التمارين) (**)

$A$

الشكل1

$B$

$C$

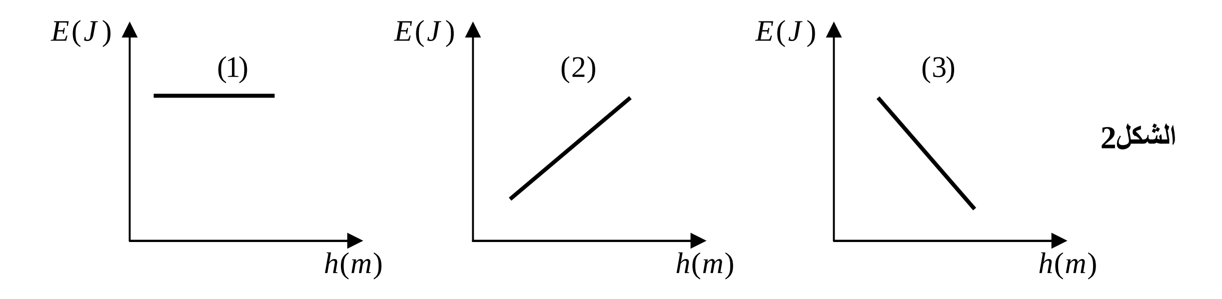
1– نترك جسما $S$ يسقط من ارتفاع معين بدون سرعة ابتدائية (الشكل1)، نعتبر الجملة (جسم+أرض) والطاقة الكامنة الثقالية معدومة على سطح الأرض.

1– ما هو شكل أو أشكال طاقة الجملة في الأوضاع $A$، $B$، $C$؟

2– ما هو نمط أو أنماط التحويل أثناء سقوط الجسم $S$؟

3– مثل مخطط الحصيلة الطاقوية للجملة بين $A$ و $C$ وأكتب معادلة انحفاظ الطاقة.

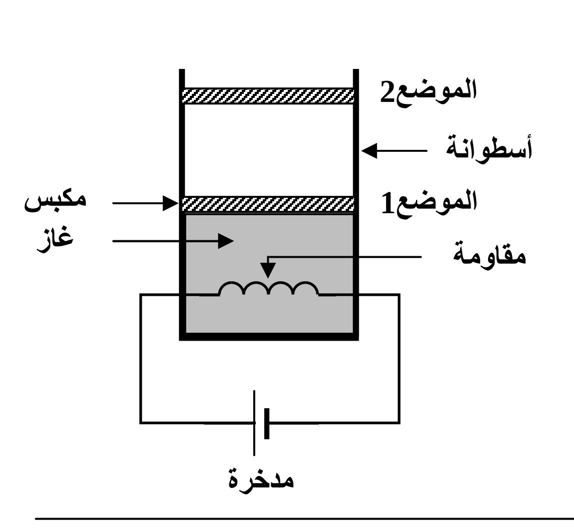
4– أ– من بين المنحنيات التالية (الشكل2)، ما هو المنحنى الممثل لتغير الطاقة الكامنة الثقالية بدلالة الارتفاع $h$؟ وما هو الذي يمثل تغير الطاقة الحركية بدلالة $h$؟.




ب– في رأيك ماذا يمثل المنحنى المتبقي؟

جـ– ماذا يمكنك أن تستنتجه بالنسبة لهذه الجملة؟ علل إجابتك.

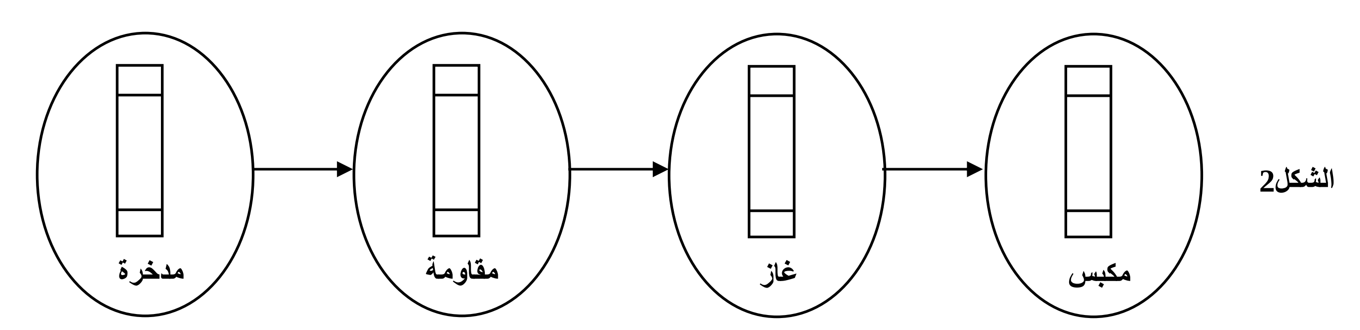
## التمرين (10) : ( الحل المفصل – التمرين : 014 في بنك التمارين) (**)




يمثل التركيب (الشكل1) كمية من غاز محصورة في اسطوانة يسدها مكبس ثقيل . نسخن هذه الكمية من الغاز بواسطة مقاومة موصولة بمدخرة، يؤدي تسخين الغاز المحتوى في الأسطوانة المسدودة إلى دفع المكبس نحو الأعلى. قبل عملية التسخين كان المكبس ساكن في الموضع (1) وأثناء التسخين يمر المكبس بالموضع العلوي (2) بسرعة $v$.

1– مثل السلسلة الطاقوية المعبرة عن المراحل المؤدية إلى نقل المكبس من الموضع (1) إلى الموضع (2).

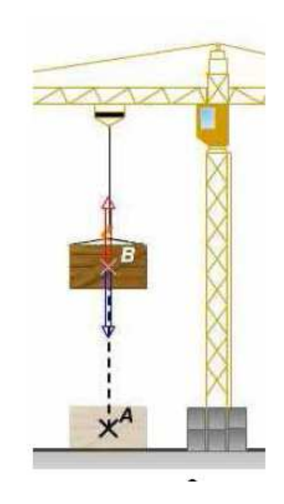
2- أكمل المخطط الطاقوي البين في (الشكل2) التالي الممثل لمختلف جمل السلسلة بين اللحظة $t_1$، حيث يكون المكبس ساكن في الموضع (1) واللحظة $t_2$ حيث المكبس يمر بالموضع العلوي (2) بسرعة $v$.



الشكل2

3- أكتب معادلة انحفاظ الطاقة لكل جملة من جمل السلسلة الطاقوية أثناء انتقال المكبس من الموضع (1) إلى الموضع(2).

**التمرين (11) :** ( الحل المفصل – التمرين : 012 في بنك التمارين) (**)




تنقل رافعة برجية صندوق من موضع $A$ على سطح الأرض إلى موضع $(B)$ بسرعة ثابتة.

(الشكل) من أجل ذلك يقدم محرك الرافعة الكهربائي طاقة قدرها $10\ kJ$ بنمط تحويل ميكانيكي $W_m$ وفي نفس الوقت يكتسب طاقة قدرها $16\ kJ$ بنمط تحويل كهربائي $W_e$.

1- ما هي قيمة كل من $W_m$، $W_e$.

2- يعرف مردود المحرك بالعلاقة: $\rho = \frac{E}{E_0}.100$

حيث: $E$ هي الطاقة الميكانيكية التي يقدمها المحرك و $E_0$ هي الطاقة الكهربائية التي يكتسبها.

- عبر عن المردود الطاقوي بدلالة $W_m$، $W_e$، ثم أحسب قيمته.

3- مثل مخطط الحصيلة الطاقوية للجملة صندوق أثناء الانتقال من الموضع $(A)$ إلى الموضع $(B)$.

# العلوم الفيزيائية




# ملاحظة مهمة

تحتوي السلسلة على عرض نظري و تمارين غير محلولة، وحلول هذه التمارين موجودة على بنك التمارين الخاص بكل وحدة، وللدخول إلى البنك إما تختار الصفحة الخاصة بالوحدة في الموقع الإلكتروني:

www.sites.google.com/site/faresfergani

وتدخل للبنك من خلالها أو تدخل إلى بنك التمارين مباشرة من هذا الرابط:

